

Akira F. Peters, Institut für Meereskunde, Kiel

Molekulare Systematik antarktischer Braunalgen

Die größten Pflanzen der Antarktis sind sublitorale Meeresalgen. Sie besiedeln gletscherfreie Felsküsten von Victoria-Land, der Antarktischen Halbinsel und insbesondere der zur antarktischen biogeographischen Region zählenden weniger stark vereisten Südshetland-, Südorkney- und Südsandwichinseln und Südgeorgiens. Sie dienen herbivoren Fischen und Invertebraten als Nahrung (IKEN 1996, IKEN et al. 1997). Die Makroalgenflora der Antarktis ist durch Artenarmut und einen hohen Anteil an Endemiten geprägt. Nach WIENCKE et al. (1998) sind für die Antarktis 141 marine Makroalgen beschrieben, 40% davon kommen nur an den Küsten des Südkontinents und der genannten Inseln vor.

Ähnlich wie in anderen kalten Meeresregionen gehören in der Antarktis die größten und ökologisch dominanten Tange zur Klasse der Braunalgen. Die andernorts vorherrschende Braunalgenordnung der Laminariales fehlt jedoch in der Antarktis (MOE & SILVA 1977, 1980), und auch die Fucales, die in Australien und Neuseeland viele sublitorale Großtange stellen, sind nur durch eine einzige in der Antarktis endemische Art, *Cystosphaera jacquinotii*,

vertreten. Die vier häufigsten perennierenden Großbrauntange sind durchweg in der Antarktis endemisch. Es sind *Himantothallus grandifolius*, *Desmarestia anceps* und *D. menziesii*, alle aus der Ordnung Desmarestiales, und *Ascoseira mirabilis*, die einer eigenen Ordnung zugerechnet wird. Unter den einjährigen und kurzlebigen Arten gibt es insbesondere weitere Vertreter der Desmarestiales und die im Gezeitenbereich an vor Eisgang geschützten Standorten häufige Art *Adenocystis utricularis*. Insgesamt sind für die Antarktis 30 Braunalgenarten beschrieben worden.

Evolution und Verbreitungsgeschichte (historische Biogeographie) der antarktischen Meeresalgen lassen sich nicht aus Fossilien herleiten, wie sie für Landpflanzen, Vertebraten und manche marine Invertebraten existieren. Erst seitdem man die Verwandtschaftsbeziehungen heutiger Arten durch den Vergleich von DNA-Sequenzen ermitteln kann, lassen sich Fragen nach der Geschichte der antarktischen Algen genauer bearbeiten. Die Herleitung von Verwandtschaftsbeziehungen aus DNA-Sequenzen wird "Molekulare Systematik" genannt.

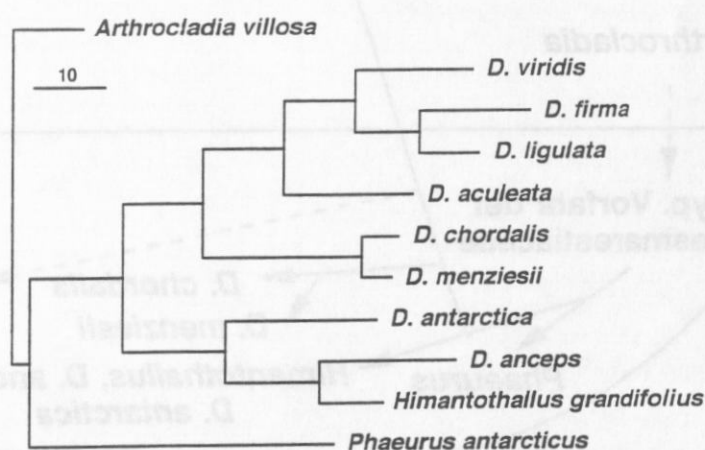


Abb. 1. Aus ITS-Sequenzen hergeleiteter hypothetischer Stammbaum wichtiger Vertreter der Desmarestiales. Der Stammbaum wird von links nach rechts gelesen, die Länge der horizontalen Zweige entspricht in etwa der Anzahl der Mutationen im untersuchten Genabschnitt. D=Desmarestia. Die unteren sechs Arten sind in der Antarktis endemisch, *D. chordalis* kommt in der Subantarktis vor, *Arthrocladia* und *D. aculeata* nur auf der Nordhalbkugel. Die übrigen Arten sind weltweit in temperierten bis polaren Regionen verbreitet. Aus PETERS et al. (1997), verändert.

Die von mir vorzugsweise verwendeten Sequenzen befinden sich in der DNA des Zellkerns. Es sind die Gene für die ribosomalen Untereinheiten und zwischen den Genen liegende variable Abschnitte (die "internal transcribed spacers", ITS).

Zum Sammeln der untersuchten Meeresalgen bin ich 1988 und 1997 in die Antarktis gereist, habe aber auch von Christian Wiencke (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven) Algenkulturen zur Verfügung gestellt bekommen. DNA läßt sich aus frisch gesammelten, gefrorenen oder getrockneten Meeresalgen oder aus lebenden Kulturen extrahieren. Von isolierter DNA werden interessierende Abschnitte mit der PCR-Technik amplifiziert und sequenziert; anschließend werden die Sequenzen der untersuchten Arten verglichen.

Von allen antarktischen Großalgen am besten erforscht ist die Ordnung Desmarestiales (PETERS et al. 1997). Eine hypothetische Biogeographie, die auf einem von DNA-Sequenzen der ITS-Regionen hergeleiteten Stammbaum (Abb. 1) basierte, ergab, daß diese Algenlinie sich im Laufe des Tertiärs nach Entstehung oder Ankunft in

der damals noch nicht so kalten Antarktis in die heute dort vorkommenden Arten aufgespalten hat und ausgehend vom Südkontinent mit zusätzlichen Arten weitere kühle Regionen der Meere bis zur Arktis besiedelte (Abb. 2). Einige Arten mit heute weltweiter Verbreitung in kühlen Regionen, darunter auch die in der Kieler Förde im Frühjahr häufige *Desmarestia viridis*, sind vermutlich erst im Pleistozän von einer Hemisphäre auf die andere gelangt. Noch unveröffentlicht ist der Befund, daß die einzige antarktische Fucale, *Cystosphaera jacquinotii*, nach Sequenzdaten mit australisch-neuseeländischen Arten aus der Familie der Seirococcaceae, denen sie auch morphologisch ähnelt, verwandt ist. Bei *Ascoseira mirabilis*, die nach morphologischen und reproduktiven Merkmalen mit keiner der sonst bekannten Ordnungen näher verwandt zu sein scheint, helfen die bisher zur Verfügung stehenden Sequenzdaten noch nicht weiter; ihre nächsten Verwandten bleiben unklar. Auch bei *Adenocystis utricularis* sind über allgemeine Aussagen zur systematischen Stellung (PETERS & CLAYTON 1998) hinaus keine engen Affinitäten zu Algen anderer Regionen auszumachen.

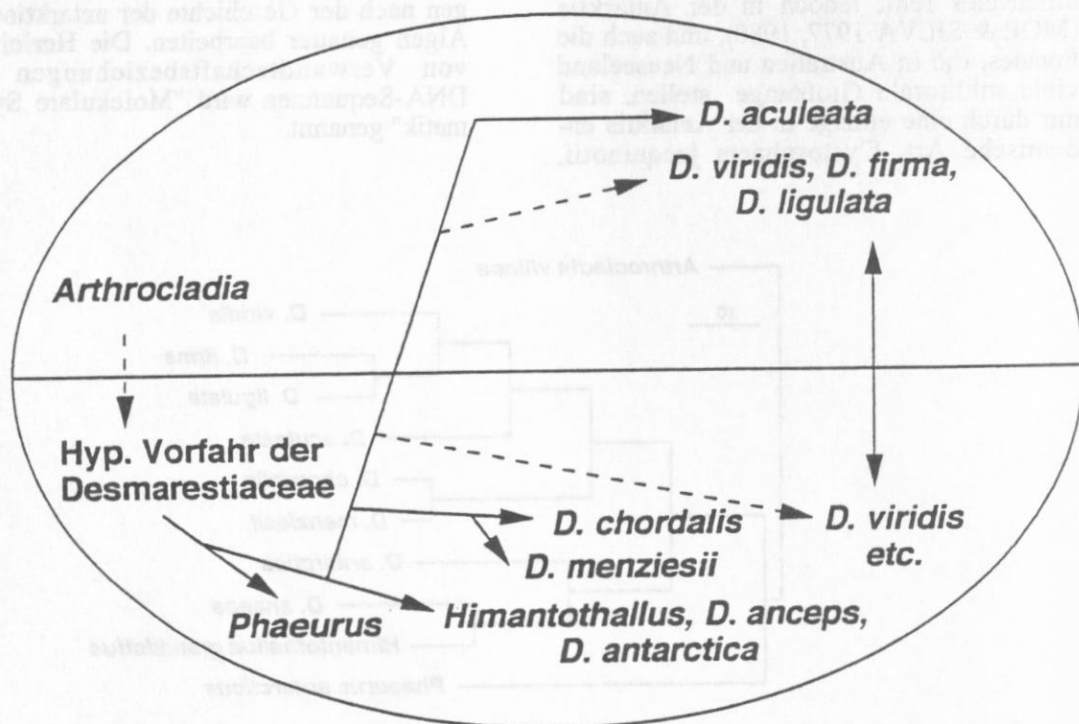


Abb. 2. Aus dem Stammbaum in Abb. 1 und der Verbreitung rezenter Arten abgeleitete hypothetische Verbreitungsgeschichte der Desmarestiales. Der Äquator stellt die Zeitachse dar, auf der die Ereignisse allerdings nur relativ zueinander und nicht in absoluten Abständen angeordnet sind. Aus PETERS et al. (1997), aktualisiert.

Laufende Untersuchungen haben zum Ziel, nach der nun weitgehend erfolgten molekularen Klassifizierung der Großtange auch die kleineren, zum Teil nur in anderen Algen vorkommenden Braunalgen der Ant-

arktis zu bearbeiten und zu ermitteln, wie stark sich die geographische Isolation der Antarktis auf die genetische Struktur auch über die Antarktis hinaus verbreiteter Arten wie z.B. *Adenocystis utricularis* auswirkt.

Literatur

IKEN, K. (1996): Trophische Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in der Potter Cove (King-George-Insel, Antarktis). Ber. Polarforsch. 201: 1-206

IKEN, K., BARRERA-ORO, E.R., QUARTINO, M.L., CASAUX, R.J., BREY, T. (1997): Grazing by the Antarctic fish *Notothenia coriiceps*: evidence for selective feeding on macroalgae. Antarct. Sci. 9: 386-391

MOE, R.L., SILVA, P.C. (1977): Antarctic marine flora: uniquely devoid of kelps. Science 196: 1206-1208

MOE, R.L., SILVA, P.C. (1981): Morphology and taxonomy of *Himantothallus* (including *Phaeoglossum* and *Phyllogigas*), an Antarctic member of the Desmarestiales (Phaeophyceae). J. Phycol. 17: 15-29

PETERS, A.F., CLAYTON, M.N. 1998. Molecular and morphological investigation

of three brown algal genera with stellate plastids: evidence for Scytothamnales ord. nov. (Phaeophyceae). Phycologia 37: 106-113

PETERS, A.F., VAN OPPEN, M.J.H., WIENCKE, C., STAM, W.T. OLSEN, J.L. (1997): Phylogeny and historical ecology of the Desmarestiaceae (Phaeophyceae) support a Southern Hemisphere origin. J. Phycol. 33: 294-309

WIENCKE, C., CLAYTON, M.N., PETERS, A.F. (1998): Biodiversity, life cycles and evolution of Antarctic macroalgae. Ber. Polarforsch. 299: 82-89

Akira F. Peters
Institut für Meereskunde
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel
Germany